

DIE ÄNDERUNG DER CHEMISCHEN VERHÄLTNISSE DES DONAUWASSERS ZWISCHEN 1964 – 1974

(DANUBIALIA HUNGARICA LXXXIV)

Von

ZS. T. DVIHALLY

Ungarische Donauforschungsstation, Göd

Eingegangen: 3. März 1975

In unseren Tagen wird immer mehr über die Verschmutzung unserer Umgebung und über die Bekämpfung dieser gesprochen. Die Mehrheit der westeuropäischen Flüsse ist stark verunreinigt, ihre Lebewelt zum Teil ausgestorben oder zumindest in bedeutendem Maße beschädigt. Im Vergleich zu diesen Flüssen ist das Wasser der Donau noch verhältnismäßig rein, ihr Stoffumsatz also noch als ungestört zu betrachten, dennoch möchten wir aufgrund der uns zur Verfügung stehenden Angaben die Veränderung des wasserchemischen Zustandes der Donau zusammenfassen und auswerten.

Auf der Ungarischen Donauforschungsstation zu Göd verfolgen wir (Stromkm. 1669), oberhalb von Budapest, in einem verhältnismäßig reinen Abschnitt seit mehr als 10 Jahren die quantitativen Schwankungen der im Donauwasser gelösten Stoffe natürlichen Ursprunges. Unsere Untersuchungen bezweckten vor allem, die Umweltfaktoren der Lebewelt der Donau zu erkennen und zu beschreiben. Bereits zu Beginn stellte sich als Anspruch, diese Arbeit nicht mit den routinartigen Arbeiten der Institute betreffs der Wassergüte gleichzustellen. Im Laufe unserer Untersuchungen waren wir bestrebt, solche allgemeine Gesetzmäßigkeiten festzustellen, die über die Angaben von lokalem oder aktuellem Wert hinaus das allgemeine ökologische Bild der ungarischen Donaustrecke in wasserchemischer Hinsicht ergänzen. Die Untersuchungen erstreckten sich auf Richtung und Maß der mit dem Wasserertrag zusammenhängenden wasserchemischen Änderungen, auf die Registrierung der jahreszeitlichen chemischen Änderungen, auf die chemischen Angaben der interstitiellen Gewässer des Flußbettes, auf die Analyse des Sauerstoffhaushaltes des Hauptarmes und der Nebenarme und vor allem auf die quantitative Untersuchung der Stoffe, die infolge der Lebens-tätigkeit der Lebewelt der Donau einer Änderung ausgesetzt sind.

In *Tab. I.* werden die jährlichen Durchschnittswerte unserer, seit 1964 zumindest wöchentlich einmal durchgeführten Untersuchungen

Jahresdurchschnittswerte des Wasserstandes, des Wasserertrages und der

| | | 1964 | 1965 | 1966 | 1967 |
|----------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|
| Wasserstand | cm | 262 | 394 | 393 | 350 |
| Wasserertrag | m ³ /sec | 1833 | 3163 | 3007 | 2650 |
| Wassertemperatur | °C | 10,9 | 11,5 | 9,3 | 10,8 |
| pH | | 7,9 | 7,9 | 7,9 | 7,9 |
| Alkalinität | | 2,9 | 3,1 | 3,4 | 3,1 |
| Gesamthärte | °D.H. | 10,3 | 9,7 | 11,0 | 10,2 |
| HCO ₃ ⁻ | mg/l | 173,2 | 185,5 | 210,2 | 187,3 |
| Ca ⁺⁺ | mg/l | 44,6 | 43,1 | 53,1 | 52,6 |
| Mg ⁺⁺ | mg/l | 17,6 | 15,6 | 15,3 | 12,1 |
| K ⁺ + Na ⁺ | mg/l | 11,8 | 20,0 | 24,0 | 16,1 |
| Cl ⁻ | mg/l | 13,6 | 12,7 | 14,1 | 13,8 |
| SO ₄ ⁻ | mg/l | 40,8 | 44,1 | 48,4 | 40,6 |
| SiO ₂ | mg/l | 5,2 | 4,3 | 3,7 | 3,4 |
| NH ₄ ⁺ | mg/l | 0,50 | 0,40 | 0,40 | 0,50 |
| NO ₂ ⁻ | mg/l | 0,120 | 0,090 | 0,090 | 0,091 |
| NO ₃ ⁻ | mg/l | 6,5 | 6,4 | 6,3 | 5,8 |
| Fe ⁺⁺⁺ | mg/l | — | 0,013 | 0,014 | 0,012 |
| Gelöstes O ₂ | mg/l | — | 9,4 | 11,5 | 10,6 |
| Sauerstoffsättigung | % | — | 86 | 100 | 95 |
| Sauerstoffverbrauch | mg/l | — | 7,4 | 7,5 | 7,1 |
| BSB ₁ | mg/l | — | — | 1,1 | 1,2 |
| SPP | mg/l | — | — | 3,6 | 6,9 |
| Gelöstes CO ₂ | mg/l | — | 0,6 | 2,9 | 4,9 |
| Gesamtmenge des gelösten Salzes | mg/l | 303 | 321 | 366 | 324 |
| Zahl der Untersuchungen | | 148 | 181 | 48 | 64 |

miteinander verglichen. (Die Kapazität unseres Institutes hat uns leider nicht ermöglicht, mit ähnlicher Intensität sich auf den ganzen ungarischen Donauabschnitt erstreckende Untersuchungsserien durchzuführen. Von mehreren Stellen wurden kürzere oder periodische Ergebnissserien gefertigt, die uns zur Verfügung stehen. Unsere Ergebnisse können demnach zahlenmäßig nicht für die ganze ungarische Donau verallgemeinert werden. An anderen Stellen können die jährlichen Durchschnittswerte von den Werten unserer Tabelle infolge der direkt oder indirekt eingeführten Verunreinigungen und der im Wasser sich abspielenden Selbstreinigungsprozesse abweichen, jedoch die Richtung der Änderungen ist ähnlich.) In den Jahren mit verschiedenem Wassergang schwankt der natürliche gelöste Salzgehalt des Flusses verhältnismäßig zwischen kleinen Grenzen. Eine gewisse, — und zwar leider auf die Verschlechterung der Wassergüte verweisende — Tendenz zeigt sich in den mit der Lebewelt des Flusses in Zusammenhang stehenden wasserschemischen Jahresdurchschnittswerten. Hier soll vor allem auf das seit 1971 im Sauerstoffverbrauch, im NH₄⁺- und Fe⁺⁺⁺-Gehalt erfolgte

Tabelle I

chemischen Faktoren des ungarischen Donauabschnittes zwischen 1964 – 1974

| 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 |
|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| 292 | 234 | 378 | 217 | 220 | 228 | 315 |
| 2089 | 1686 | 2901 | 1556 | 1604 | 1649 | 2299 |
| 11,2 | 10,6 | 9,9 | 11,8 | 10,5 | 10,3 | 10,6 |
| 8,0 | 7,9 | 7,8 | 7,9 | 7,8 | 7,8 | 7,9 |
| 2,9 | 3,2 | 3,1 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 2,9 |
| 10,1 | 10,8 | 10,1 | 11,2 | 11,2 | 10,9 | 10,4 |
| 179,2 | 194,2 | 185,8 | 186,6 | 193,1 | 190,1 | 173,7 |
| 52,8 | 50,4 | 50,4 | 52,0 | 55,2 | 53,1 | 49,5 |
| 11,6 | 16,0 | 13,2 | 16,9 | 15,2 | 15,1 | 14,9 |
| 12,2 | 16,4 | 16,4 | 13,9 | 15,9 | 19,0 | 12,8 |
| 13,7 | 14,4 | 13,0 | 16,6 | 17,3 | 17,8 | 16,1 |
| 40,5 | 45,1 | 41,9 | 48,2 | 49,2 | 49,9 | 43,6 |
| 3,1 | 3,1 | 2,4 | 0,9 | 1,1 | 2,5 | 0,5 |
| 0,62 | 0,60 | 0,54 | 0,98 | 1,15 | 0,82 | 0,89 |
| 0,080 | 0,093 | 0,069 | 0,077 | 0,0080 | 0,080 | 0,084 |
| 4,9 | 5,7 | 4,1 | 4,9 | 4,9 | 5,1 | 5,9 |
| 0,011 | 0,010 | 0,011 | 0,051 | 0,079 | 0,040 | 0,060 |
| 10,5 | 9,2 | 8,3 | 9,2 | 8,6 | 7,8 | 8,0 |
| 95 | 82 | 73 | 84 | 77 | 70 | 72 |
| 8,2 | 9,5 | 8,4 | 9,0 | 8,8 | 9,1 | 7,4 |
| 1,0 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 1,0 | 1,1 | 0,9 |
| 6,2 | 8,2 | 4,1 | 6,7 | 6,9 | 3,7 | 4,6 |
| 1,8 | 4,6 | 4,8 | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 2,4 |
| 304 | 337 | 321 | 334 | 347 | 344 | 311 |
| 61 | 60 | 61 | 51 | 49 | 50 | 52 |

langsame bzw. sprunghafte Anwachsen, auf die entschieden abnehmende Tendenz des SiO_2 -, des gelösten O_2 -Gehaltes, der O_2 -Sättigung und der O_2 -Produktionsfähigkeit (SPP-Wert, Knöpp 1960) sowie auf eine geringere Verminderung des NO_3^- -Gehaltes hingewiesen werden. Mit ähnlichem Verweis haben wir eine sich auf eine kürzere Periode beziehende ähnliche Tabelle in einem unserer älteren Aufsätze bereits veröffentlicht (D v i h a l l y 1973), jedoch lenken wir unsere damaligen Ergebnisse ergänzend auf diese Änderungen jetzt von neuem die Aufmerksamkeit, da sie in den letzteren Jahren noch auffälliger sind. Die Richtung der Änderungen kann auch so gut verfolgt werden, wenn wir die im Laufe der Jahre vorkommenden größten Werte in Betracht nehmen (Tab. I.).

Die Lebewelt der Donau wird durch die im ursprünglichen, natürlichen gelösten Salzgehalt und Sauerstoffhaushalt des Flusses eingetretenen, oben angeführten Änderungen in diesem Maße noch nicht gefährdet, sie zeigen bloß die schädliche Wirkung der industriellen und städtischen Wasserverunreinigungen an. Von den verunreinigenden Stoffen

stehen uns leider aus den älteren Zeiten keine Datenreihen zur Verfügung, da früher die Untersuchung dieser infolge mangelhafter Instrumentierung und Methodik nicht möglich war. Auf die gegenwärtige Verunreinigung des ungarischen Donauabschnittes mit organischen und anorganischen Mikroverunreinigungsstoffelementen weisen wir aufgrund literarischer Angaben hin.

Aufgrund der Publikationen der sich mit den Problemen der Wassergüte der Donau beschäftigenden Institutionen wurden im Donauwasser des ungarischen Abschnittes anionaktive Detergenzien durchschnittlich in einer Menge von 0–0,2 mg/l (im Donauabschnitt unterhalb von Budapest in der Menge von 0,2–0,8 mg/l), Phenolverbindungen in der Menge von 0,003–0,01 mg/l nachgewiesen. Von den letzteren war Xylenol und Kresol regelmäßig, Nitrophenol und Naphtol sehr oft nachweisbar (Széllédy–Literáthy 1970, Petrovic–Márki 1971). Diese Verbindungen können sowohl für den Menschen, als auch für die Lebewelt der Donau schädlich auswirken, bei den Fischen unerwünschte Geschmackveränderungen des Fischfleisches auslösen. Die Menge der Phenolverbindungen kann winters auch das 2–6-fache der Sommerwerte übertreffen.

Tabelle II

Die in den einzelnen Jahren vorkommenden höchsten chemischen Werte im Donauwasser (Stromkm 1669)

| | 1964 | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 |
|-----------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| NH ₄ ⁺ mg/l | 1,50 | 0,99 | 1,03 | 1,05 | 1,76 |
| Sauerstoffverbrauch mg/l | — | 10,9 | 10,5 | 17,0 | 12,0 |
| Fe ⁺⁺⁺ mg/l | — | 0,043 | 0,033 | 0,041 | 0,030 |
| SiO ₂ mg/l | 11,2 | 11,2 | 6,5 | 6,3 | 5,9 |
| NO ₃ ⁻ mg/l | 12,9 | 17,2 | 12,0 | 12,0 | 7,7 |

| | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| NH ⁺ mg/l | 1,99 | 1,46 | 2,19 | 3,22 | 2,02 | 4,80 |
| Sauerstoffverbrauch mg/l | 25,1 | 15,4 | 12,0 | 14,6 | 14,9 | 11,4 |
| Fe ⁺⁺⁺ mg/l | 0,407 | 0,087 | 0,180 | 0,340 | 0,110 | 0,260 |
| SiO ₂ mg/l | 8,9 | 6,9 | 4,5 | 6,7 | 8,7 | 6,7 |
| NO ₃ ⁻ mg/l | 9,7 | 7,3 | 7,7 | 8,3 | 10,1 | 10,8 |

Die Zunahme der Verunreinigung durch Mineralöl zeigen zeitweise abziehende Ölflecken an. Die Verunreinigung ist im Winter im allgemeinen das Zweifache der Verunreinigung im Sommer (Literáthy

1974), und sein Wert beträgt im allgemeinen in den Oberflächenschichten des Wassers unter 10 mg/l (Veszprémi 1973).

Eine Verunreinigung durch Quecksilber kommt in der Donau nur noch gelegentlich vor, jedoch konnte sie bereits in mehreren Fällen in schädlicher Menge nachgewiesen werden (Literáthy 1974).

Hiermit haben wir ganz kurz den gegenwärtigen Zustand der Donau bzw. die in den letzteren Jahren eingetretenen Änderungen charakterisiert. Aufgrund der Tendenz ist leider eine weitere Verschlechterung des Wasserbiotops zu erwarten, falls die sich auf den Schutz der Umgebung richtenden Eingriffe diesen Prozeß nicht abstellen oder verlangsamen.

Zusammenfassung

Der vorliegende Aufsatz zeigt den gegenwärtigen Zustand der Donau sowie die Richtung und das Maß der in den letzteren Jahren eingetretenen Änderungen aufgrund der jährlichen Durchschnittswerte oberhalb von Budapest, in den verhältnismäßig reinen Flußabschnitten an. Es wird auf das Ansteigen des Sauerstoffverbrauches, des NH_4^+ - und Fe^{+++} -Gehaltes sowie auf die entschiedene abnehmende Tendenz des SiO_2 , des gelösten O_2 -Gehaltes, der O_2 -Sättigung und der O_2 -Produktionsfähigkeit, ferner auf eine geringe Verminderung des NO_3^- -Gehaltes hingewiesen. Aufgrund der Angaben der Fachliteratur wird die gegenwärtige Menge der zur Verunreinigung führenden chemischen Faktoren mitgeteilt.

SCHRIFTTUM

- Veszprémi, B. 1973. Összefoglaló jelentés a magyar Duna-szakasz szennyezettségének fokozódásáról. Nemzetközi Dunai Halászati Egyezmény Vegyesbizottságának 1973 ülésére készített jelentés. (Zusammenfassender Bericht über die Zunahme der Verunreinigung des ungarischen Donaubschnittes. Bericht über die Sitzung des Gemischten Komitees des Internationalen Abkommens für das Fischereiwesen der Donau, 1973.) Manuskript.
- Dviahally Zs. Z. 1973. Die Gestaltung der wasserchemischen Verhältnisse im ungarischen Donaubschnitt im Laufe des Jahres 1971. (Danubialia Hungarica LXVI) Ann. Univ. Sci. Budapest. Biol. 15: 23–30.
- Knöpp, H. 1960. Untersuchungen über das Sauerstoffproduktionspotential von Flußplankton. Schweiz. Z. Hydrol. 22: 152–166.
- Literáthy, P. 1974. Mikroszennyező anyagok szerepe a vizek szennyezettségének jellemzésénél (Die Rolle von mikroverunreinigenden Stoffen bei der Charakterisierung des verunreinigten Zustandes der Gewässer). Hidrol. Közl. 289–294.
- Petrovic, G., Márki, E. 1971. Die physikalische und chemische Erforschung der Donau. Schweiz. Z. Hydrol. 33: 269–286.
- Szebellédy, L., Literáthy, P. 1970. Untersuchung der Mikroverunreinigungen im ungarischen Donau-Abschnitt. 13. Tagung der Int. Arbeitsgem. Donauforschung. Zürich. Manuskript.